

کد سند: RO-S-F-27-04	معاونت پژوهشی	
تاریخ صدور: ۱۳۹۹/۴/۲۲		
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۵	فرم خلاصه فارسی طرح / پروژه	

## عنوان طرح / پروژه:

### آینده پژوهی سنتز غشاء های پلیمری مورد استفاده در فرآیند اسمز معکوس

واحد مجری:	گروه شیمی و فرآیند	کارفرما:	پژوهشگاه نیرو
مدیر طرح / پروژه:	مرتضی فقیهی	مجری:	سید احمد احمدی
کد مالی پروژه:	۲۱۰۰۵	کد کیفی پروژه:	PPCPN34
نوع طرح / پروژه:	امانی	معاونت:	پژوهشی

همکاران:

## کلمات کلیدی: (۶ تا ۱۰ مورد)

اسمز معکوس، غشاء، پلیمر، سنتز، تصفیه آب، پلی آمید، پلیمریزاسیون بین سطحی، نیروگاه

## ضرورت انجام پروژه / طرح:

افزایش روز افزون مصارف آب و کاهش منابع آبی در کشور موجب شده که بحث بازیابی و تصفیه آب در سال های اخیر مورد توجه ویژه قرار گیرد. آب شیرین کن ها یکی از تکنولوژی هایی هستند که جهت تصفیه و بازیابی آب می توانند استفاده گردند. آب شیرین کن های تبخیر ناگهانی (Multi Stage Flashing (MSF))، تقطیر چند مرحله ای (Multi Effect Desalination (MED)) و اسمز معکوس (Reverse Osmosis (RO)) بعنوان سه نوع فرآیند اصلی شناخته شده در این زمینه هستند که از میان آنها اسمز معکوس بیشترین موارد استفاده را در سالهای اخیر داشته است. در اسل های اخیر سهم سامانه اسمز معکوس در تصفیه آب به شدت افزایش داشته است. این موضوع اهمیت کاربرد این سامانه در تصفیه و تأمین آب برای صنایع مختلف از جمله صنایع نیروگاهی را نشان می دهد. در کنار آن بحث تأمین آب شرب از طریق این سامانه می تواند به کاهش کمبود منابع آب شیرین کمک کند.

## اهداف پروژه / طرح:

- مطالعه و بررسی انواع پلیمرهای مورد استفاده در فرآیند اسمز معکوس
- مطالعه و شناخت انواع روش هاس سنتز غشاهای پلیمری مود استفاده در فرآیند اسمز معکوس و معرفی روش بهینه
- جمع آوری اطلاعات فرآیند اسمز معکوس از نیروگاه های کشور
- مستند سازی، جمع بندی و نتیجه گیری آماری و تحلیل داده های دریافتی از صنعت نیروگاهی و بررسی آینده این فرآیند در کشور

## چکیده پروژه / طرح:

بحث کیفیت آب و میزان مصرف آن در صنایع نیروگاهی از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به فشار و دمای بالای بخار در اجزای مختلف توربین بخار و همچنین آب در گردش در سیستم سیکل بخار و مبدل ها، کیفیت آب بسیار مهم می باشد. وجود ناخالصی می تواند موجب آسیب رساندن به پره توربین و یا باعث خوردگی در بخش های مختلف سیکل (مبدل ها، درام ها، مخازن و لوله های ارتباطی) گردند. وجود هر نوع ناخالصی از جمله یون ها می تواند موجب آسیب به سیکل و توربین گردد. از این رو خالص سازی آب ورودی و بازیابی آب مصرفی سیکل از اهمیت بسزایی برخوردار است.

فرآیند اسمز معکوس بر یکی از سامانه های آب شیرین کنی است که در دهه های اخیر به شدت مورد توجه صنعتگران و محققان جهت تأمین آب بدون یون واقع شده است. این فرآیند در مقایسه با روش های حرارتی مزایای زیادی دارد که از آن جمله می توان به کارایی و بازدهی بالا، مقرون به صرفه بودن، تعمیر و نگهداری راحت تر، آسان تر بودن بهره برداری و کمک بیشتر در جهت حفظ محیط زیست را نام برد. استفاده از این فرآیند در سال های اخیر روند رو به رشدی داشته که این مهم بویژه در خاورمیانه مشهود است.

پدیده اسمز یک فرآیند طبیعی است که آب بدون نیاز به اعمال انرژی می تواند از غشاء جریان یابد. اما برای ایجاد جریان در جهت معکوس نیاز به وارد کردن فشار به آب شورتر است. غشای اسمز معکوس یک غشای نیمه تراوا است که به مولکول های آب اجازه عبور داده، اما مانع عبور موادی نظیر نمک های محلول، مواد آلی، باکتری ها و ... می شود. برای عبور آب از این غشا به ایجاد فشاری بیش از فشار اسمز (ناشی از تفاوت غلظت محلول ها در دو سمت غشاء) نیاز است. در صورت تأمین این میزان فشار، آب از غشا عبور کرده و نمک ها و یون های محلول در آن از غشا عبور نمی کنند.

تکنولوژی اسمز معکوس طی ۴۰ سال اخیر به خصوص در صنعت تولید آب، توسعه بسیاری یافته است. این فرآیند، فیزیکی بوده و آلاینده ها تحت تأثیر فشار اعمال شده، حذف می گردند. به علاوه این غشاء توانایی حذف آلاینده های بسیار ریز و یون های تک ظرفیتی از آب را دارد. بنابراین در کاربرد غشاء اسمز معکوس، حذف بر اساس اندازه و بار الکتریکی ذرات صورت می گیرد.

هزینه تصفیه آب با اسمز معکوس شامل سه جنبه زیر می باشد.

سرمایه گذاری اولیه، جایگزینی غشا، هزینه انرژی (برق) و مواد شیمیایی.

هزینه های اسمز معکوس نیز با افزایش غلظت نمک افزایش پیدا می کند ولی نرخ افزایش آن در مقایسه با الکترودیالیز کمتر است. اسمز معکوس، در مواردی که میزان کل جامدات محلول (TDS) در خوراک بین ۱۰۰۰۰-۳۰۰۰ ppm است، فرآیندی کم هزینه است.

از مهمترین خصوصیات تصفیه آب اسمز معکوس می توان به سه مورد اشاره کرد:

۱- کاهش زمان عملیات تصفیه و بازیابی آب

۲- فضای مورد نیاز کم برای احداث واحد تصفیه آب

۳- هزینه های پایین (نظیر سرمایه گذاری و عملیاتی) سیستم اسمز معکوس

فرآیند اسمز معکوس از چهار مرحله اصلی تشکیل می شود، پیش تصفیه (pretreatment)، اعمال فشار (Pressurization)، جداسازی (Separation) و پایدار سازی (Stabilization). در مرحله پیش تصفیه برای جلوگیری از آسیب رسیدن به غشاء، جداسازی ذرات جامد معلق، تنظیم pH و افزودن ضد رسوب انجام می شود. در مرحله اعمال فشار، با استفاده از پمپ بر روی سیال فشاری بیش از فشار اسمز اعمال می گردد. در مرحله بعد جداسازی با استفاده از غشاء صورت می گیرد که نمک های محلول در آب جدا سازی شده و تنها مولکول های آب از غشاء می گذرند. مرحله آخر پایدار سازی است که معمولاً نیاز به تنظیم pH و گاززدایی بوده و پس از آن آب به مخازن ذخیره ارسال می گردد.

قسمت اصلی و تکنولوژیکی فرآیند اسمز معکوس، غشاء می باشد. غشاءها می توانند به دو گونه متخلخل و غیرمتخلخل ساخته شوند. در غشاء های متخلخل، اساس جداسازی بر اندازه ذرات استوار است و اندازه حفرات در غشاء می تواند مانع عبور ذرات بزرگتر از حفرات گردند. اما غشاء های غیرمتخلخل شامل فیلم های فشرده ای هستند که اختلاف فشار، غلظت و پتانسیل الکتریکی موجب جداسازی می گردد. در غشاء های متخلخل، ابعاد تخلخل نقش اساسی در تعیین مشخصات جداسازی دارد و نوع ماده غشا اهمیت مهمی در پایداری شیمیایی، حرارتی و مکانیکی آن دارد، اما در غشاهای غیر متخلخل، نوع ماده چگونگی جداسازی را تعیین می کند. دو مدل از چینش یا ماژول اصلی غشاء های اسمز معکوس به شکل های الیاف توخالی (Hollow fiber) و مارپیچی (Spiral wound) است.

از مهم ترین موادی که در غشا مورد استفاده قرار می گیرند مواد آلی نظیر پلیمرها و یا ماکرومولکول ها هستند. انتخاب نوع پلیمر برای ساخت غشاء، بر اساس معیارهای مختلفی نظیر خصوصیات حرارتی، شیمیایی و مکانیکی پلیمرها و همچنین پارامترهایی که بر روی میزان تراوش پذیری پلیمرها تأثیر دارند انجام می گردد. انتخاب نوع پلیمر مصرفی در ساخت غشاهای غیر متخلخل (چگال) از اهمیت بالایی برخوردار است. زیرا انتخاب مواد پلیمری مستقیماً بر روی عملکرد غشا و مخصوصاً بر روی دمای انتقال شیشه ای و کریستالی که از پارامترهای مهم در عملکرد غشا می باشند، تأثیر می گذارد. از مهمترین پلیمرهای استفاده شده در غشاء اسمز معکوس می توان به سلولز استات، پلی آمیدها و کامپوزیت های پلیمری فیلم نازک اشاره کرد

جمع بندی بررسی های صورت گرفته بر تحقیقات داخلی نشان می دهد که در بیشتر موارد، غشاء اسمز معکوس از منابع خارجی تهیه شده است. در مواردی نیز که سنتز غشاء صورت گرفته، تبدیل غشاء به مرحله پایلوت گزارش نشده است. در مجموع در دانشگاه ها و موسسات تحقیقاتی و تولیدی، گزارش های زیادی روی فرآیند اسمز معکوس تولید گردیده، ولی متأسفانه هنوز هیچ گروه یا شرکتی نتوانسته اند تولید غشاء فرآیند اسمز معکوس را به صورت صنعتی یا نیمه صنعتی در آورند. به عبارتی تمام غشاء های اسمز معکوس در داخل کشور به صورت وارداتی می باشند و تنها در یک یا دو شرکت پس از واردات غشاء اسمز معکوس، فرآیند ماژول سازی و مونتاژ سیستم غشاء انجام می گیرد. لذا به نظر می رسد که انجام تحقیق جامعی بر روی انواع پلیمرهای مورد استفاده در غشاء اسمز معکوس در داخل کشور حیاتی باشد. نتایج حاصل از این تحقیق می تواند به عنوان چراغ راهی در زمینه تولید و بومی سازی غشاء های مورد استفاده در فرآیند اسمز معکوس مورد استفاده قرار گیرد. جمع بندی نتایج این تحقیق می تواند مشکلات پیش روی تولید غشاء های اسمز معکوس در کشور را جمع بندی نماید تا بتوان در آینده زمینه تولید این غشاء ها در داخل کشور را ایجاد کرد.

در این پروژه سعی می‌گردد که مطالعه و وسیع و جامعی بر روی انواع غشاءهای پلیمری اسمز معکوس صورت گیرد. تمام منابع تحقیقاتی داخل و خارج از کشور به عنوان مراجع تحقیقات مد نظر خواهد بود. در جمع بندی نتایج تحقیق سعی می‌شود که مهمترین پلیمرهای استفاده شده انتخاب شده و روش‌های ساخت و سنتز آنها گردآوری گردد. این بخش با هدف ایجاد زمینه‌ای برای بومی سازی این نوع غشاءها صورت می‌گیرد. همچنین در خلال پروژه سعی خواهد شد تا از چند واحد دارای فرآیند اسمز معکوس بازدید به عمل آمده و آخرین وضعیت تامین غشاءها در کشور در گزارش آورده شود تا بازار هدف این غشاءها و آینده مصرف آنها در صنعت کشور مورد ارزیابی قرار گیرد. روش‌های سنتز و ساخت انواع پلیمرهای پر کاربرد در اسمز معکوس مورد تحقیق قرار خواهد گرفت و زمینه تولید این محصولات در کشور بررسی خواهد شد. همچنین از آنجا که در گروه شیمی و فرآیند set up سیستم غشائی اسمز معکوس وجود دارد، می‌توان از آن در صورت لزوم بهره برد.

بر اساس آنچه ذکر شد، بررسی غشاءهای اسمز معکوس از دو جنبه شناخت پلیمرهای کاربردی در این زمینه و نحوه سنتز آنها در صنایع نیروگاهی و تصفیه آب حائز اهمیت بوده و انجام پروژه آینده پژوهی در این زمینه می‌تواند راه گشای مشکلات صنعت در زمینه تامین مواد اولیه غشاء و کمک به بومی سازی آن‌ها باشد.

## مراحل و روش‌های انجام پروژه/طرح:

- بررسی انواع پلیمرهای مورد استفاده در غشاءهای اسمز معکوس.
- مطالعه و بررسی انواع روش‌های سنتز پلیمرهای غشاء اسمز معکوس.
- مطالعه و بررسی خواص و عملکرد غشاءهای پلیمری اسمز معکوس.
- جمع آوری اطلاعات داخل کشور در خصوص فرآیند اسمز معکوس.
- مستند سازی جامع و هدفمند نتایج مطالعات انجام شده به نحو قابل استفاده برای آینده نگاری و تهیه نقشه راه فعالیت‌های تحقیقاتی و توسعه ای در زمینه غشاءهای اسمز معکوس

**اهم نتایج به دست آمده از انجام پروژه/طرح (خروجی‌های فنی، ثبت اختراع، مقالات، کتب، گزارش‌های فنی و ...):**

گزارش نهایی، مقاله کنفرانس